Contiene un CD ROM Educativo con Manuales, Textos y Programas

SABER ELECTRÓNICA

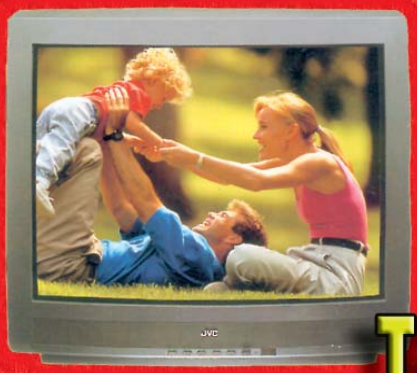
ENCICLOPEDIA DE ELECTRONICA BASICA

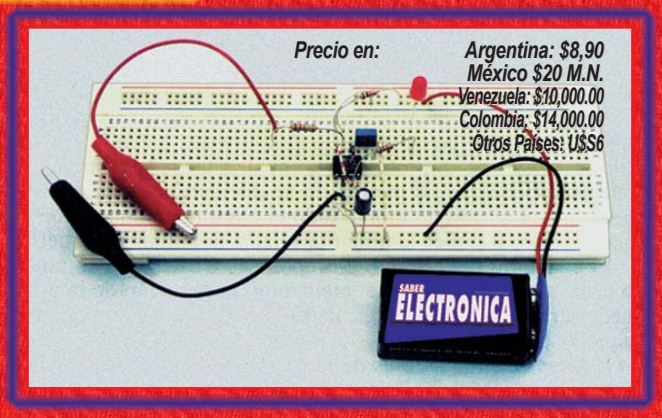
Semiconductores
Diodos
Transistores
Polarización
Reguladores Integrados

Contenido del CD

- Enciclopedia Visual: Tomos 13 a 16
- Curso de Electrónica con Prácticas y Evaluaciones: Cuarto Módulo
- Video: Manejo del Osciloscopio II
- Historia de la Electricidad y la Electrónica
- 30 Diagramas Gigantes de Equipos Electrónicos
- CURSO de Circuitos Digitales con Evaluaciones
- Programas y Utilitarios Varios

AUDIO, TV, VIDEO





Precio en:
Argentina: $8,90
México $20 M.N.
Venezuela: $10,000.00
Colombia: $14,000.00
Otros Países: U$S6

TEORIA Y PRACTICA

ISBN: 987-1116-10-1

SABER ELECTRONICA
EDICION ARGENTINA

PRESENTA

ENCICLOPEDIA DE ELECTRONICA BASICA

TOMO 4

Coordinado por: Ing. Horacio D. Vallejo

Editado por:
EDITORIAL QUARK S.R.L.
Herrera 761/63 (1295) Buenos Aires, Argentina
Tel./fax: (0054-11) 4301-8804

Director: Horacio D. Vallejo

Impresión: New Press Grupo Impresor S.A., Bs. As., Argentina - septiembre 2003.

Distribución en Argentina: Capital: Distribuidora Cancellaro e Hijo SH, Gutemberg 3258, Buenos Aires - Interior: Distribuidora Bertrán S.A.C., Av. Vélez Sarsfield 1950, Buenos Aires
Distribución en Uruguay: Rodesol, Ciudadela 1416, Montevideo.
Distribución en México: Saber Internacional SA de CV, Hidalgo 7A, Ecatepec de Morelos, Ed. México, México, (0155) 5787-8140
Distribución en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Paraguay, Chile y Centroamérica: Solicitar dirección del distribuidor al (005411)4301-8804 o por Internet a:

www.webelectronica.com.ar

(Los compradores de esta edición tienen acceso a información adicional con el password: enci42)

La editorial no se responsabiliza por el contenido del material firmado. Todos los productos o marcas que se mencionan son a los efectos de prestar un servicio al lector, y no entrañan responsabilidad de nuestra parte. Está prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación, así como la industrialización y/o comercialización de los circuitos o ideas que aparecen en los mencionados textos, bajo pena de sanciones legales, salvo mediante autorización por escrito de la editorial.

ISBN Obra Completa: 987-1116-10-1

Prólogo

La "Enciclopedia de Electrónica Básica", es una obra de 6 tomos acompañada de CDs MULTIMEDIA y bibliografía adicional que se puede bajar gratuitamente desde Internet con las claves dadas en diferentes párrafos de cada tomo y de los CDs.

La Enciclopedia tiene como objeto mostrar las bases, leyes y postulados de la electricidad y la electrónica además de introducir al lector en esta disciplina que abarca varias ramas ya sea en la electrónica analógica como en la digital.

Esta enciclop[edia posee temas que se desarrollan también en el CD "Enciclopedia Visual de la Electrónica" y en "Teoría Servicio y Montajes". Esto es así porque los postulados de la electrónica son siempre los mismos y empleamos igual bibliografía para cada caso. Sin embargo, en la medida que avanza la obra, notará que la que está leyendo en estos momentos está dirigida a que Ud. "aprenda" electrónica mientras que "Teoría, Servicio y Montajes" está orientada a los técnicos reparadores. Por otra parte, en los CDs de esta Enciclopedia encontrará abundante material práctico que no posee la "Enciclopedia Visual". Por lo dicho, aclaramos que son tres productos creados con diferentes objetivos aunque algunos de los temas tratados sean los mismos.

INDICE

DIODOS Y TRANSISTORES 3
Introducción....3
El Atomo....3
Diferencias Entre Metales y Semiconductores....4
Bandas de Energía....5
Generación de Impurezas....6
La Juntura P-N....6
Característica Tensión-Corriente de un Diodo....8
Tensión de Umbral....9
Diodo Zener....9
Diodo Emisor de Luz-LED....10
Diodo de Capacidad Variable....10
Transistor de Juntura Bipolar....10
Variación de hFE con IC....13
Curva Característica de Salida....14
Polarización....14

LOS REGULADORES DE TENSION 17
Introducción....17
Regulador de Tensión Patrón....18
Regulador Fijo con Mayor Tensión de Salida....18
Aumentando la Tensión de Salida con Zener....19
Tensión de Salida Ajustable con CI Regulador Fijo....19
Fuente de Corriente Fija....20
Fuente de Corriente Ajustable....20
Cómo Aumentar la Corriente de Salida....20
Reguladores 78XX en Paralelo....20
Regulador de Tensión Fijo de 7A....21
Regulador de 7A con Protección contra Cortos....21
Regulador Ajustable Utilizando CIs 7805 y 741....21
Fuente de Tensión Simétrica Utilizando CI 78XX....22

CONTENIDO DEL CD Nº 4....22
Programas ACROBAT READER y
WINDOWS MEDIA PLAYER....23
Video Presentación....23
Enciclopedia Visual Parte 4....23
Curso de Electrónica con Prácticas 4....23
Video Manejo del Osciloscopio II....23
Historia de la Electricidad y la Electrónica....23
30 Diagramas de Equipos Electrónicos....23
Utilitarios....24
Curso de Técnicas Digitales....24

DIODOS Y TRANSISTORES

Introducción

El uso eficiente de los dispositivos electrónicos de estado sólido requiere por lo menos de un conocimiento superficial de las propiedades físicas en que se basa su operación.

Estos conocimientos deberán permitir al técnico comprender y usar eficazmente los múltiples dispositivos que con toda certeza habrán de ser desarrollados en el futuro.

Como los electrones obedecen a ciertas leyes básicas, su comportamiento puede predecirse y controlarse con bastante precisión. De hecho, la electrónica se basa en la capacidad que tiene el hombre para predecir y controlar los movimientos de los electrones, y cuya finalidad es la producción de un sistema que transfiera o transforme energía en cualquiera de sus formas.

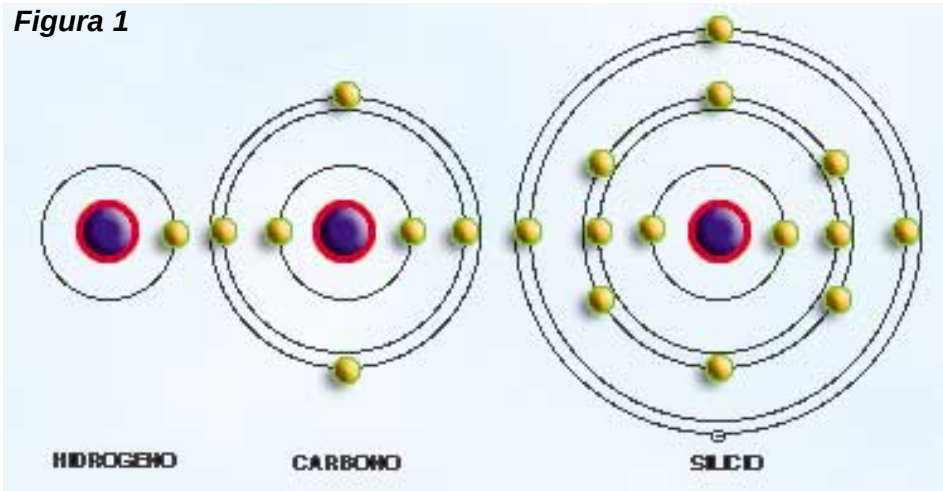
Algunas propiedades de un electrón son bien conocidas: la masa de un electrón, que es de $9{,}1066 \times 10^{-31}$ kg, es la partícula finita mensurable más pequeña conocida de materia. La carga de un electrón es de $1{,}602 \times 10^{-19}$ coulomb y es la unidad de carga eléctrica más pequeña que se conoce. Además, se pueden observar ciertos efectos del electrón. Por ejemplo, la trayectoria de un electrón puede verse, bajo ciertas condiciones, con el empleo de una cámara de niebla, o bien se pueden obtener registros permanentes de algunas trayectorias electrónicas, si se utilizan métodos apropiados. También, determinados materiales emiten destellos más visibles cuando sufren el impacto de un electrón, en consecuencia es posible ver el punto del impacto de los electrones.

El uso eficiente de los dispositivos electrónicos de estado sólido requiere por lo menos de un conocimiento superficial de las propiedades físicas en que se basa su operación. Estos conocimientos deberán permitir al técnico comprender y usar eficazmente los múltiples dispositivos que con toda certeza habrán de ser desarrollados en el futuro.

El Atomo

El modelo del átomo de Bohr se refiere a una disposición adecuada de electrones que giran en órbitas circulares alrededor de un núcleo integrado por protones y neutrones. Dicho modelo será utilizado para ayudar a la visualización de los principios básicos.

Figura 1



Los diagramas del modelo de Bohr de algunos átomos interesantes se muestran en la figura 1. El átomo más simple es el de hidrógeno que tiene un electrón planetario y un núcleo consistente de un protón.

Los átomos tetravalentes (cuatro electrones en la capa exterior, deducibles por consideraciones energéticas de sus niveles y subniveles electrónicos) son de cierto interés para el estudio de los semiconductores. El más simple de éstos es

el carbono, que tiene seis electrones planetarios y seis protones en el núcleo. Los dos electrones más próximos al núcleo forman lo que se conoce como una cubierta cerrada.
Esto significa que sólo pueden acomodarse dos electrones en ese nivel de energía.
Los cuatro electrones exteriores se conocen como electrones de valencia, y son los que determinan la actividad química del material. Respecto de estos electrones de valencia originalmente se consideraba que ocupaban el mismo nivel de energía; sin embargo, investigaciones y estudios más profundos han revelado que la órbita de valencia está separada por lo menos de dos niveles, con dos electrones en el nivel o subgrupo más bajo.
La capa externa debe tener cuatro electrones adicionales para completar la órbita. Este comportamiento se puede observar en el diagrama del átomo de silicio que, como el de carbono, tiene cuatro electrones de valencia, pero tiene una capa completa entre la capa interior y la de valencia. Las propiedades químicas del silicio son similares a la del carbono.
Otro elemento pertenenciente a este grupo es el germanio, que posee treinta y dos electrones orbitales, incluidos cuatro electrones de valencia; tiene dos órbitas llenas entre las órbitas externa e interior.
El estaño, que pertenece al mismo grupo, y cuyo número de electrones es igual a cincuenta, es otro átomo tetravalente. Tiene completas las subcapas, a excepción de la más externa, que sólo posee dos de los seis electrones posibles.

El modelo del átomo establece una disposición adecuada de electrones que giran en órbitas circulares alrededor de un núcleo integrado por protones y neutrones.

El átomo más simple es el de hidrógeno que tiene un electrón planetario y un núcleo consistente de un protón.

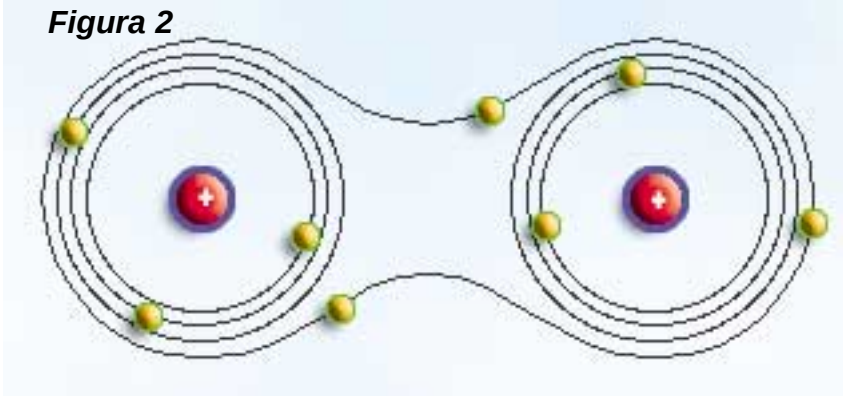
Diferencias Entre Metales y Semiconductores

A pesar de las similitudes vistas entre los cuatro elementos mencionados, el carbono en forma cristalina (diamante) es desde el punto de vista de su comportamiento eléctrico, un aislante. El silicio y el germanio son semiconductores, y el estaño es un metal conductor.
Por lo dicho, la mayoría de los conductores sólidos de la electricidad se pueden clasificar como metales o como semiconductores. Cabe recordar que a un mal conductor de la electricidad se lo denomina aislante, mientras que un conductor excelente es un metal. Por lo tanto, las sustancias cuya conductividad esté entre estos dos extremos son denominadas semiconductores.
La corriente eléctrica es debida al desplazamiento de cargas (electrones) en el interior de un material, por eso, será necesario hacer una diferencia fundamental entre un metal y un semiconductor. Los semiconductores conducen la corriente por medio de dos modos distintos e independientes del movimiento de los electrones. Uno de ellos puede describirse como la circulación de cargas negativas mientras que el otro debe describirse como la circulación de cargas positivas.
En cambio los metales sólo conducen por medio de portadores de carga negativa, es decir que no existen portadores móviles de carga positiva. Dicho de otra forma, la corriente en un metal podrá desplazarse en cualquier dirección, mientras que en un semiconductor, dependerá de varios factores como ser la disposición de las cargas, la diferencia de potencial, etc.
Por último diremos que cualquier material podrá clasificarse en una de las tres clases mencionadas: ***Aislantes, Metales o Semiconductores***, dependerá sobre todo de lo que se denomina estructura de su banda de energía.

Los átomos tetravalentes (cuatro electrones en la capa exterior, deducibles por consideraciones energéticas de sus niveles y subniveles electrónicos) son de cierto interés para el estudio de los semiconductores.

El más simple de éstos es el carbono, que tiene seis electrones planetarios y seis protones en el núcleo. Los dos electrones más próximos al núcleo forman lo que se conoce como una cubierta cerrada.

Figura 2



Bandas de Energía

Al estudiarse la formación de los átomos y en particular en el análisis del átomo de Bohr, se comprobó que los niveles de energía que podrán ocupar los electrones son discretos. Esto significaría que solamente podrían existir determinados niveles de energía "permitidos". Todos los otros niveles están "prohibidos".

Los niveles de energía de los electrones de un átomo individual se modifican por la presencia de otros átomos en las proximidades.

Como ejemplo podemos citar un electrón asociado con un átomo tal como se ve en la figura 2, compruébase que se ve afectado por las distribuciones de cargas de los átomos vecinos.

Al disminuir la distancia entre los átomos, los niveles de energía de cada electrón se ven cada vez más afectados por las distribuciones de carga de los átomos vecinos. Como consecuencia, los niveles de energía discretos del electrón de los átomos distanciados cambian a bandas de energía cuando hay otros átomos en las cercanías. Los metales son buenos conductores porque poseen grandes concentraciones de electrones libres o móviles. Cada átomo del metal contribuye sólo con uno o dos electrones de valencia, estimándose unos 10^{23} electrones libres por cada centímetro cúbico de toda la estructura. Estos electrones podrían considerarse como constituyentes de una gran nube o mar de portadores de carga libres y se distribuyen en forma uniforme en el volumen que ocupa el metal.

Por lo tanto, los electrones de valencia son móviles o libres en el sentido de que no están vinculados a los átomos del metal. Pueden moverse libremente por el volumen de éste. Asimismo, cabe señalar que un metal es eléctricamente neutro, porque la carga negativa de los electrones está equilibrada exactamente por la carga positiva asociada a los núcleos.

No obstante, como el átomo permanece en una posición fija dentro de la estructura, la conducción en los metales es debida al proceso de un solo tipo de portadores: ***las cargas negativas.***

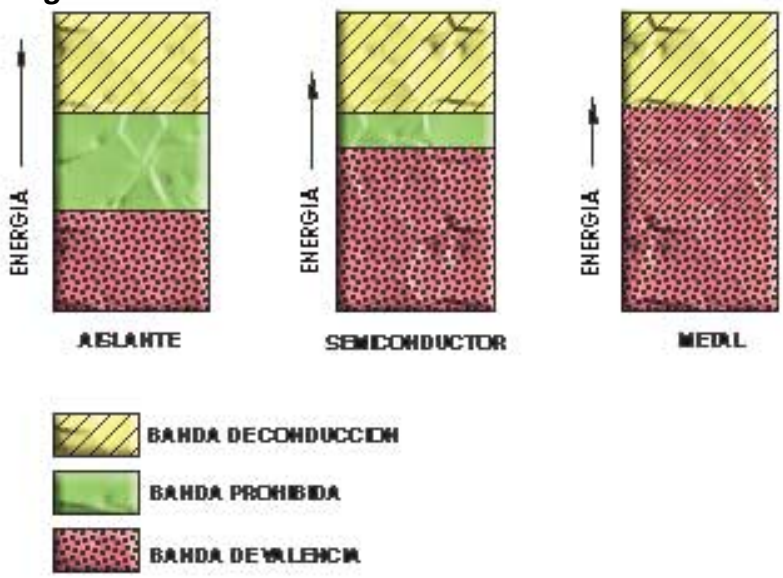
En un metal, con la influencia de un campo eléctrico, los electrones pueden adquirir una energía adicional y cambiar a niveles más elevados. Ya que estos electrones móviles constituyen una corriente, este material es conductor y la región parcialmente llena, es la banda de conducción.

En un aislante, la energía que se le podrá suministrar es demasiado grande para llevar la partícula desde la banda de valencia a la banda vacía o de conducción.

En un material semiconductor encon-

La capa externa de un átomo debe tener cuatro electrones adicionales para completar la órbita. Este comportamiento se puede observar en el diagrama del átomo de silicio que, como el de carbono, tiene cuatro electrones de valencia, pero tiene una capa completa entre la capa interior y la de valencia. Las propiedades químicas del silicio son similares a la del carbono.

Figura 3



tramos que la anchura de la banda prohibida es relativamente pequeña. Las diferencias de estructuras de bandas de energía de estas tres clases de materiales se observan en la figura 3.

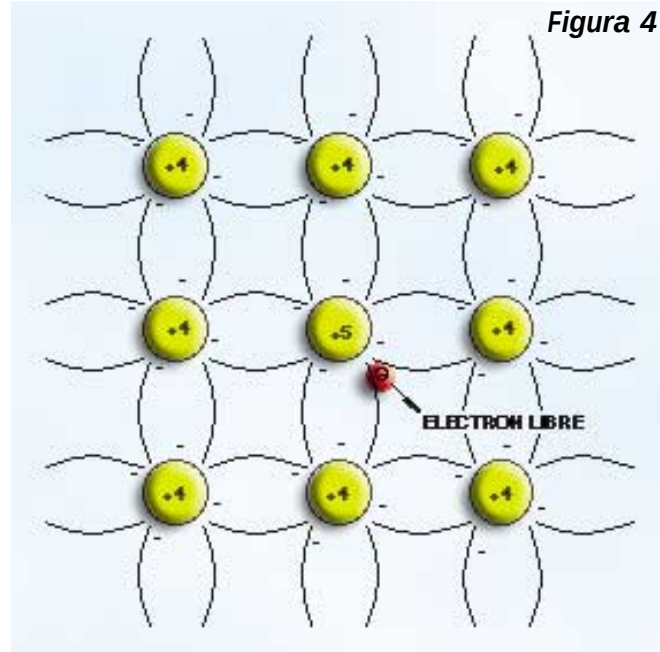


Figura 4

Generación de Impurezas

Un material semiconductor "impuro" puede ser denominado ***semiconductor extrínseco***; tal es el caso del silicio o del germanio, a los que se les ha agregado un pequeño porcentaje de átomos trivalentes o bien de átomos pentavalentes.
Cuando se añaden intencionalmente átomos de impurezas, se dice que el conductor está "contaminado". Como resultado de la modificación introducida podría esperarse que las impurezas alteraran los niveles de energía y, por ende, cambian la conductividad de la estructura cristalina.
Los metales son buenos conductores de la electricidad, ya que tienen resistividades eléctricas menores que las de los gases, líquidos y sólidos no metálicos. La conductividad de un semiconductor puede aumentarse si se incorporan pequeñas cantidades de ciertas impurezas al cristal.
Por ejemplo, si se agregan unas cuantas partes por millón de átomos que tienen cinco electrones de valencia (tales como arsénico o antimonio), los átomos de impurezas contaminan la estructura del cristal reemplazando a los átomos, ya sean de germanio o de silicio (figura 4).
De la misma forma, si se introduce una cantidad pequeña de una impureza "trivalente" a un semiconductor perfecto o intrínseco, cada átomo de dicha impureza se ajusta en la estructura cristalina, obsérvese que en este caso carece de electrones necesarios para completar las uniones o enlaces covalentes (figura 5).
Cada átomo de impureza suministrará un ***electrón*** o un ***hueco*** según se trate. Si el cristal es impurificado con átomos pentavalentes, se conoce como ***material tipo n***; mientras que si se le agregan impurezas trivalentes, tales como el indio o galio, se conoce como ***material tipo P***, debido a que la conducción principalmente se realiza por huecos y, en este caso, se denominan portadores mayoritarios.

El silicio y el germanio son semiconductores, y el estaño es un metal conductor.

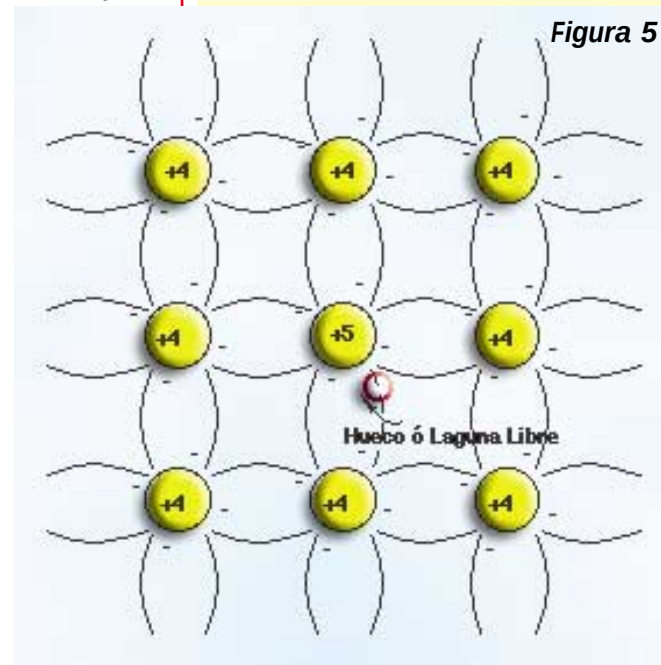


Figura 5

La Juntura P-N

Decimos que diodo es un elemento electrónico por el cual circulará la corriente en una dirección, mientras que no permitirá el paso de dicho flujo en la dirección opuesta.
Este dispositivo se forma cuando se combina una oblea de semiconductor tipo N con una oblea de semiconductor tipo P.
La figura 6 ilustra la acción de la juntura P-N. El material denominado P contiene un porcentaje extremadamente pequeño (del orden de 0,00011%) de átomos im-

Figura 6

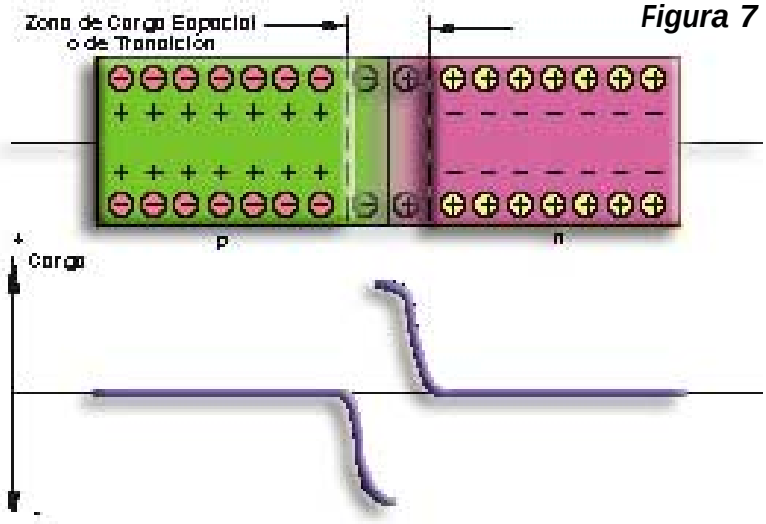
puros (con una valencia +3). Estos átomos también llamados aceptores están representados en la figura 7 como círculos con signos negativos. Con cada átomo aceptador se observa un hueco representado con un signo positivo.

Por otro lado, en el material N de la figura 6 se tienen los átomos de valencia +5, representados por los círculos con signo positivo. Los electrones libres, debidos a estos átomos denominados donores, se muestran con los signos negativos. Es importante hacer notar que tanto la oblea de material P como la de material N son eléctricamente neutras.

Ocurre una redistribución de cargas cuando las dos obleas de materiales semiconductores se conectan. Algunos de los electrones libres del material N se transfieren al material P y se produce un fenómeno de recombinación con los huecos en exceso.

A su vez algunos de los huecos del material P viajan al material N y se recombinan con electrones libres.

Figura 7



Como resultado de este proceso, el material P adquiere una carga negativa; y el material N una carga positiva. Esta redistribución de cargas se muestra en la figura 7.

El proceso por el cual las cargas cruzan la juntura se denomina difusión, y como consecuencia, a ambos lados de la juntura se forma una región o zona de carga espacial por la cual se formará una diferencia de potencial a través de dicha juntura.

Cada átomo de impureza suministrará un electrón o un hueco según se trate.

La rotura del equilibrio en una juntura P-N ocurre generalmente mediante la aplicación de un potencial externo.

En la figura 8 se visualiza el efecto de dicho potencial sobre la juntura.

En el diagrama 8.A la juntura sin polarización está en equilibrio. Consecuentemente la corriente que atraviesa la juntura debe ser nula, pues el circuito está abierto.

En el diagrama 8.B, la polarización directa disminuye la barrera de potencial de la juntura. La corriente externa del circuito será, por consiguiente,

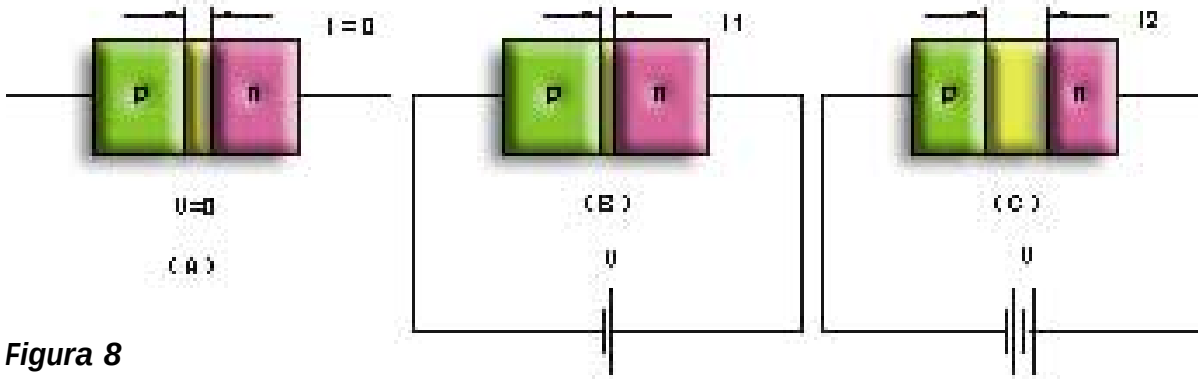


Figura 8

muy grande. En el diagrama 8.C, la polarización inversa externa aumenta la barrera de potencial de la juntura, sólo quedará en el circuito una corriente prácticamente nula, determinada por los portadores minoritarios, que darán lugar a la corriente inversa del diodo.

La característica principal de una juntura P-N es la de que constituye un rectificador que permite un flujo fácil de cargas en una dirección, pero que se opone a la circulación en la dirección opuesta. Consideremos ahora cualitativamente la acción como rectificador:

Con polarización inversa (ver figura 9), la polaridad de la unión es tal que tiende a alejar los huecos (o lagunas) del material P, y los electrones del material N de la juntura. Ahora, la barrera de potencial en la juntura reduce el flujo de portadores mayoritarios (huecos en la región P y electrones en la región N). Se establece, por lo tanto, una pequeña corriente que se denomina corriente inversa de saturación y se la designa como Is. La corriente Is se incrementará con el aumento de la temperatura, pero será independiente de la tensión inversa aplicada. Al aplicar una tensión directa (ver figura 10), el potencial que se establece en la juntura disminuye considerablemente, con lo cual los huecos se moverán de izquierda a derecha y constituirán una corriente en la misma dirección que los electrones que se mueven de derecha a izquierda. Por consiguiente, la corriente resultante que atraviesa la unión es la suma de las corrientes de los huecos y de los electrones. Recordemos que el movimiento de huecos es en sentido figurado, ya que hay un desplazamiento de cargas que asemeja el movimiento de las lagunas.

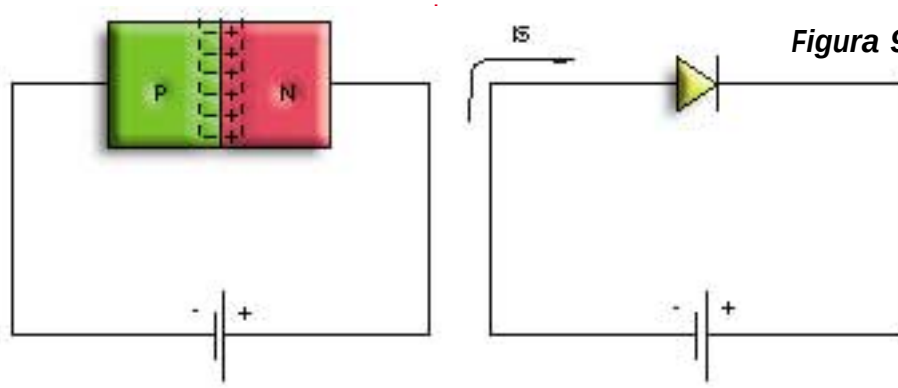


Figura 9

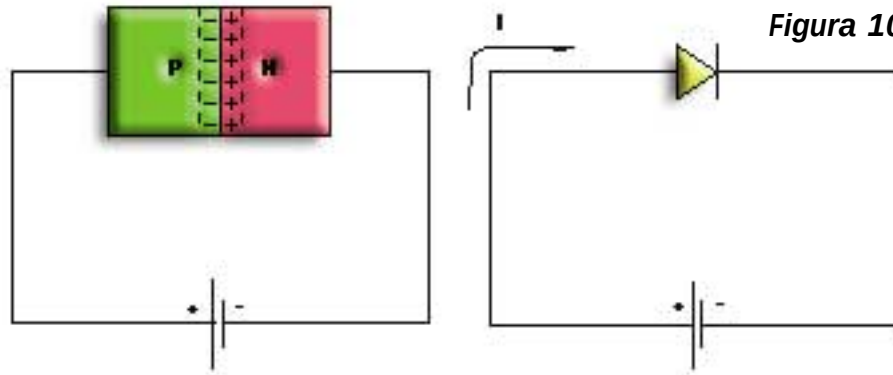


Figura 10

Característica Tensión-Corriente de un Diodo

La corriente que circula a través de un diodo se relaciona con la tensión aplicada en la juntura, por medio de la siguiente expresión:

$$I = Is \cdot (e^{V/mVt} - 1)$$

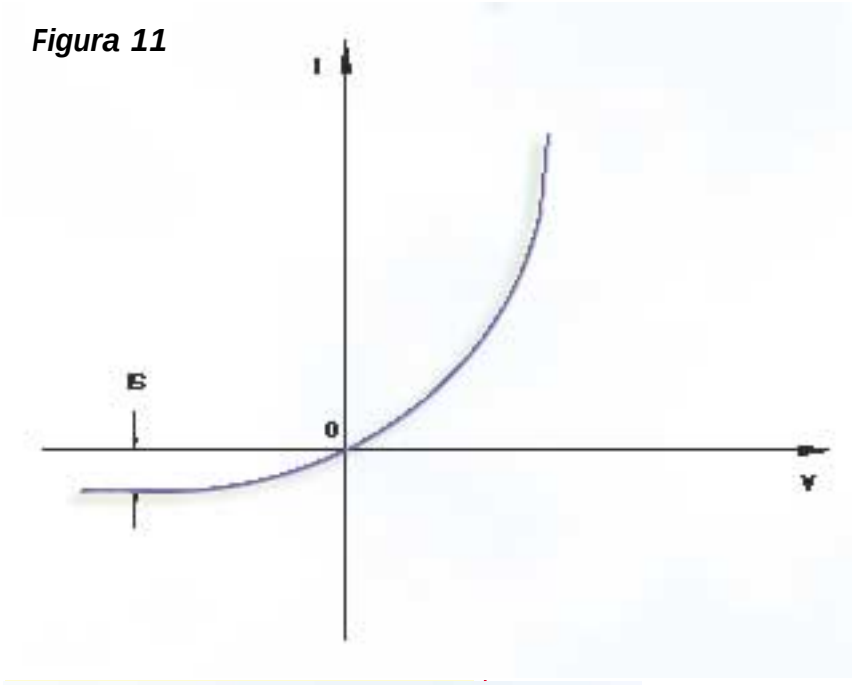
Donde:

Is = I de saturación inversa (del orden de los nA).

m = Constante igual a 1 para el germanio e igual a 2 para el silicio.

Decimos que diodo es un elemento electrónico por el cual circulará la corriente en una dirección, mientras que no permitirá el paso de dicho flujo en la dirección opuesta. Este dispositivo se forma cuando se combina una oblea de semiconductor tipo N con una oblea de semiconductor tipo P.

Figura 11



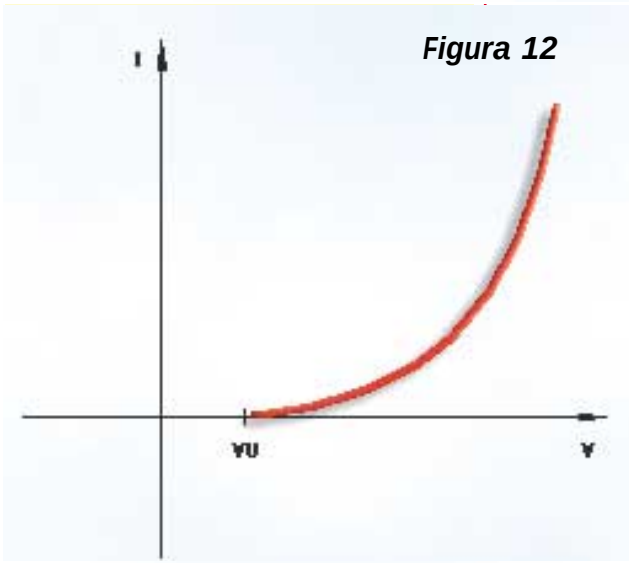
VT = Tensión equivalente igual a 25mV para una temperatura del orden de los 25 °C.

En base a esta ecuación, la curva característica del diodo resulta ser la de la figura 11.

Tensión de Umbral

Los diodos comerciales son, en su mayoría, de germanio o de silicio. Se puede apreciar que, cuando son polarizados en forma directa, existe una independencia inicial de la corriente con respecto a la tensión aplicada.
Esta tensión, por debajo de la cual la corriente es muy pequeña, se denomina tensión de codo, de partida o de umbral (Vu), tal como se grafica en la figura 12.
La tensión de umbral es aproximadamente igual a 0,2 V para el germanio y 0,7 V para el silicio y superado este valor, se dice que el diodo conduce perfectamente.

Figura 12



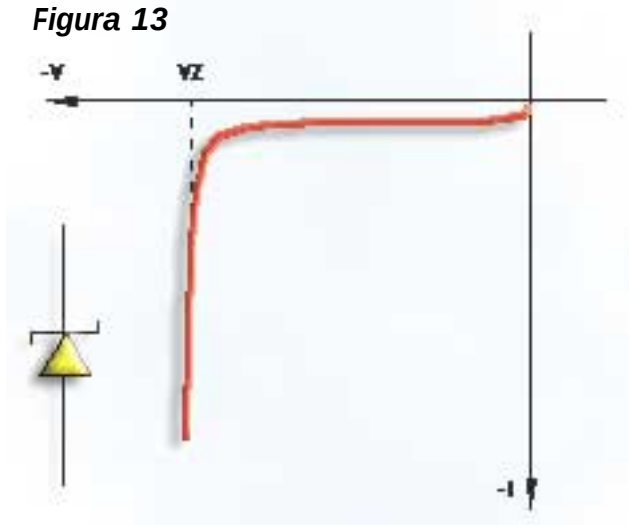
Diodo Zener

Son diodos especiales, cuya característica aparece en la figura 13, y están preparados para funcionar en la zona de ruptura inversa de la unión.
Estos diodos, cuyo símbolo se muestra en la misma figura13, están diseñados para trabajar en dicha zona, y pueden ser explicados como dispositivos de tensión de referencia o de tensión constante, y se conocen como diodos estabilizadores de tensión.
Cuando se aplica una tensión inversa en un diodo se ponen de manifiesto dos características:

a) Multiplicación por avalancha: Cuando la tensión inversa aumenta, algunos portadores chocan con los iones fijos de la estructura del cristal e imparten suficiente energía para romper una unión covalente. Esto genera un par electrón-hueco que se suma a los portadores originales.
Estos portadores adquieren suficiente energía del campo eléctrico aplicado y, chocando contra otros iones del cristal, crea nuevos pares electrón-hueco.
El resultado es una gran corriente inversa.

b) Ruptura zener: En los diodos zener la existencia de un campo eléctrico en la unión ejerce una fuerza suficientemente elevada sobre el electrón, de manera que se rompe su enlace covalente.

Figura 13



El circuito de la figura 14 permite observar cómo, de una manera simple, se puede estabilizar una tensión igual a Vz, al emplear un diodo zener.
La tensión del generador puede variar dentro de ciertos límites mientras que la tensión de salida Vz permanece constante.

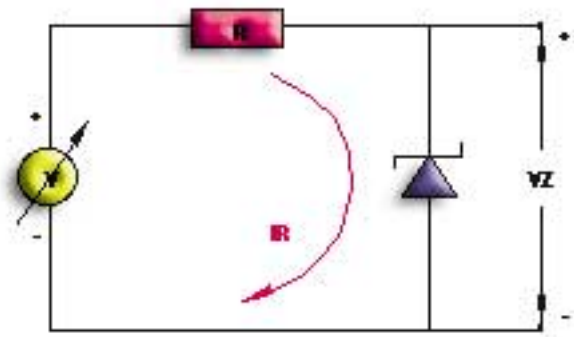


Figura 14

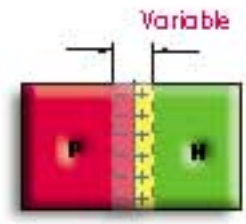
Diodo Emisor de Luz - LED

Así como se absorbe energía para crear pares de electrón-huecos, dicha energía vuelve a ser emitida cuando los electrones se recombinan con huecos.
La energía liberada cuando el electrón pasa de la banda de conducción a la banda de valencia, aparece en forma de radiación.
Cuando los diodos están preparados para emitir radiación en el espectro visible se los denomina diodos emisores de luz, y actualmente se fabrican tanto para emisión de radiación en el campo visible como en el infrarrojo, podrán variar ampliamente en tamaño, forma y color.
Es interesante hacer notar que el proceso de generación de luz aumenta con la corriente inyectada y con el descenso de la temperatura.

Los diodos zener están diseñados para trabajar en dicha zona, y pueden ser explicados como dispositivos de tensión de referencia o de tensión constante, y se conocen como diodos estabilizadores de tensión.

Diodo de Capacidad Variable

La distribución de cargas en la zona de carga espacial no es constante, sino que depende de la tensión aplicada.
Cuanto mayor sea la tensión inversa, mayor será el ancho l de la zona de transición de la figura 15 y, por lo tanto, menor su capacidad. Análogamente, si aumenta la tensión directa, la longitud l decrece y la capacidad aumenta.
Los diodos fabricados especialmente, y que basan su funcionamiento en el principio de la variación de la capacidad con la tensión, se denominan varicap o diodos de capacidad variable.
Una de las aplicaciones más importante es la de establecer sintonía por tensión de un circuito resonante LC.
El símbolo del varicap y su correspondiente circuito eléctrico equivalente se muestran también en la figura 15.



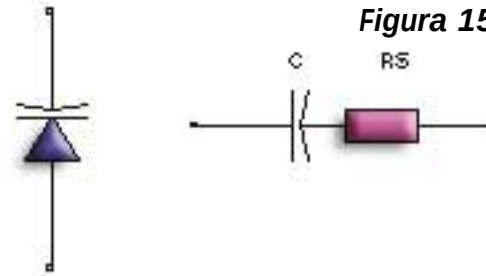
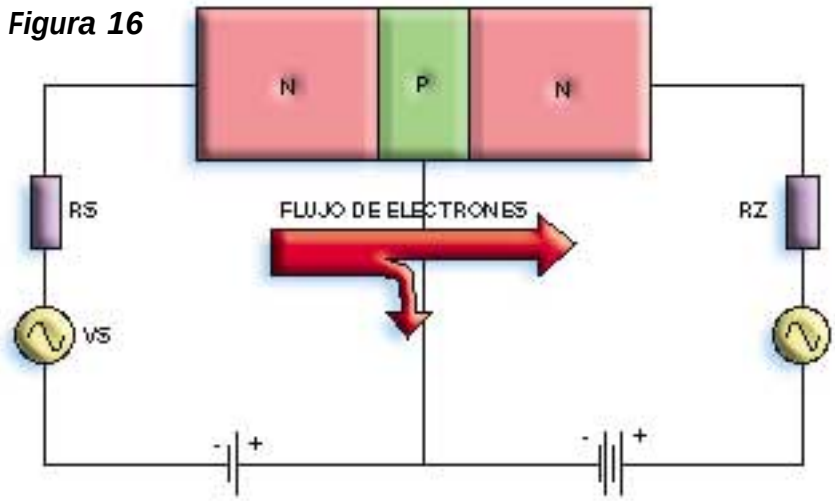


Figura 15

Transistor de Juntura Bipolar

Una juntura P-N polarizada en sentido inverso hace circular una pequeña corriente para una tensión por debajo de la de ruptura, que se comporta como una resistencia elevada. Una juntura polarizada en directa permite la circulación de una gran corriente para una cierta tensión aplicada, es decir

Figura 16



que equivale a un elemento de baja resistencia. Como la potencia que se desarrolla en una resistencia está dada por:

$$P = I^2 . R$$

Podemos hablar entonces, de una "ganancia" de potencia en un dispositivo que maneje una resistencia baja a partir de una resistencia elevadas. Esto se logra con un dispositivo que contiene dos junturas P-N polarizadas en direcciones opuestas denominado transistor de juntura bipolar.

En la figura 16 se muestra un transistor bipolar que posee dos junturas.

Las obleas externas son de material tipo N (en este caso) y están separadas por una muy delgada capa de material de tipo P. Como se puede apreciar, por medio de las pilas externas, se polariza una juntura en directa, lo que proporciona un circuito de baja resistencia. Mientras que aplicando polarización inversa a la otra juntura, dará lugar a un circuito de alta resistencia. Los portadores mayoritarios, en este caso electrones, fluyen fácilmente de la región N de la izquierda a la que está sometida la juntura.

La mayoría de estos electrones fluyen a través de la delgada región P y son atraídos por el potencial positivo de la batería externa conectada sobre la juntura de la derecha.

Debido a esto, más del 99% de la corriente electrónica alcanza la región N de la derecha.

Este elevado porcentaje de difusión de la corriente proporciona ganancia de potencia en el circuito (de salida) de alta resistencia. Se deduce, entonces, que el transistor es capaz de "amplificar" potencia.

El funcionamiento de los transistores P-N-P es similar al del N-P-N explicado, excepto en que las tensiones de polarización deben invertir su polaridad y que el flujo de electrones circula en dirección opuesta.

De aquí en más, no haremos referencia a la corriente de huecos ni a la corriente de electrones, sino más bien al flujo convencional de corriente, lo que supone que atraviesa un circuito en la dirección que va desde el terminal positivo de la batería al terminal negativo de la misma.

Si consideramos al transistor como un cuadripolo, tal como se lo muestra en la figura 17, donde:

I1 = corriente de entrada
V1 = tensión de entrada
I2 = corriente de salida
V2 = tensión de salida

Así como se absorbe energía para crear pares de electrón-huecos, dicha energía vuelve a ser emitida cuando los electrones se recombinan con huecos.

La energía liberada cuando el electrón pasa de la banda de conducción a la banda de valencia, aparece en forma de radiación.

Figura 17

Tendremos en cuenta que:

- Las tensiones que hacen positivos los bornes superiores respecto de los inferiores (tal como lo indican las flechas) se toman como positivas.
- Las corrientes que entran al cuadripolo son positivas.

En base al modelo de un cuadripolo, podemos realizar un análi-

sis sobre el funcionamiento de los transistores, comenzaremos por un NPN. Para nuestro análisis haremos referencia al circuito de la figura 18.

Aplicando la 1º ley de Kirchhoff resulta:

$$IB + IC - IE = 0$$

por lo tanto:

$$IE = IB + IC$$

Para el transistor PNP, haciendo referencia al circuito de la figura 19, se tiene:

$$IE - IC - IB = 0$$

Luego:

$$IE = IB + IC$$

Ahora bien, para que el transistor opere como amplificador, la unión emisor-base debe estar polarizada en sentido directo y la unión base-colector en sentido inverso, con lo cual se cumple que:

$$IE = IB + IC \qquad (1)$$

La corriente de colector de un transistor también está dada por:

$$IC = \alpha\, IE + ICBo \qquad (2)$$

Donde :

α = 0,95 a 0,99

ICBo = I térmica de portadores minoritarios.

Para el silicio (y a temperatura ambiente) ICBo es muy pequeño y por lo tanto despreciable.

De (2):

$$IC \approx \alpha \,.\, IE$$

Con lo cual:

$$\alpha = \frac{IC}{IE}$$

Donde:

α = ganancia estática de corriente del transistor en configuración base común.

Los fabricantes de transistores suelen darle el nombre de hFB a este parámetro.

Operando matemáticamente con las expresiones (1) y (2), se tiene que:

Figura 18

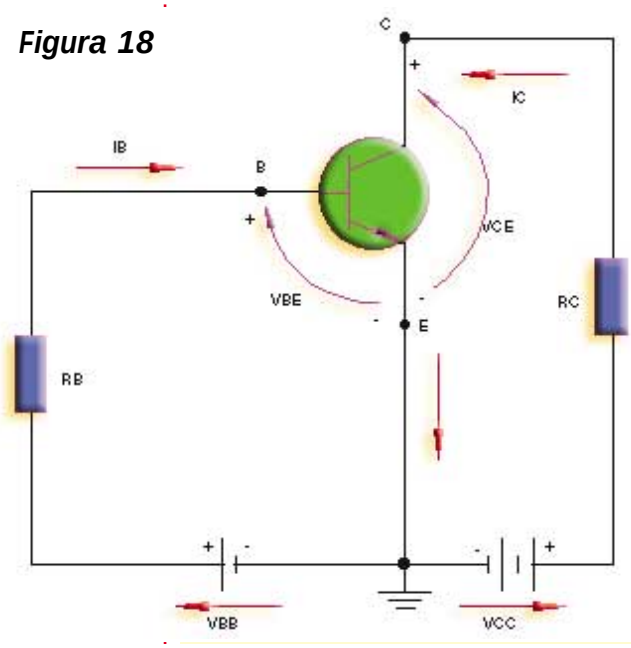
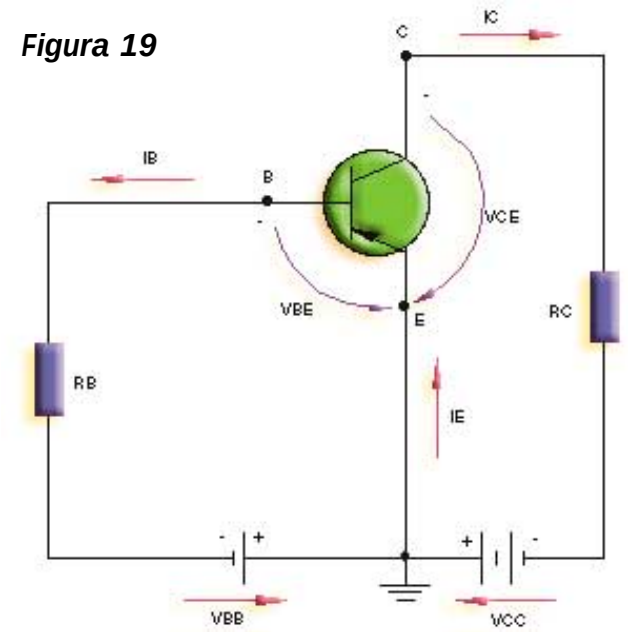


Figura 19



Cuando los diodos están preparados para emitir radiación en el espectro visible se los denomina diodos emisores de luz, y actualmente se fabrican tanto para emisión de radiación en el campo visible como en el infrarrojo, podrán variar ampliamente en tamaño, forma y color.

$$IC = (IB + IC)\,\alpha + ICBO$$

Como hemos dicho, ICBo es despreciable y por lo tanto:

$$IC = (IB + IC)\,\alpha$$

Operando:

$$IC = \alpha\, IB + \alpha\, IC$$

Luego:

$$IC - \alpha\, IC = \alpha\, IB$$

Se deduce entonces:

$$IC\,(1 - \alpha) = \alpha\, IB$$

O bien:

$$IC = \frac{\alpha}{1 - \alpha}\, IB \qquad (3)$$

A la relación:

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

Se la denomina Ganancia Estática de Corriente del Transistor en Configuración Emisor Común; luego, operando con (3) y (4), se tiene:

$$IC = \beta\, IB$$

Luego:

$$\beta = \frac{IC}{IB}$$

β = Ganancia estática de la corriente de colector respecto de la de base. En los manuales en lugar del parámetro b se suele dar el factor hFE

El proceso de generación de luz aumenta con la corriente inyectada y con el descenso de la temperatura.

Los diodos fabricados especialmente, y que basan su funcionamiento en el principio de la variación de la capacidad con la tensión, se denominan varicap o diodos de capacidad variable.

Una de las aplicaciones más importante es la de establecer sintonía por tensión de un circuito resonante LC.

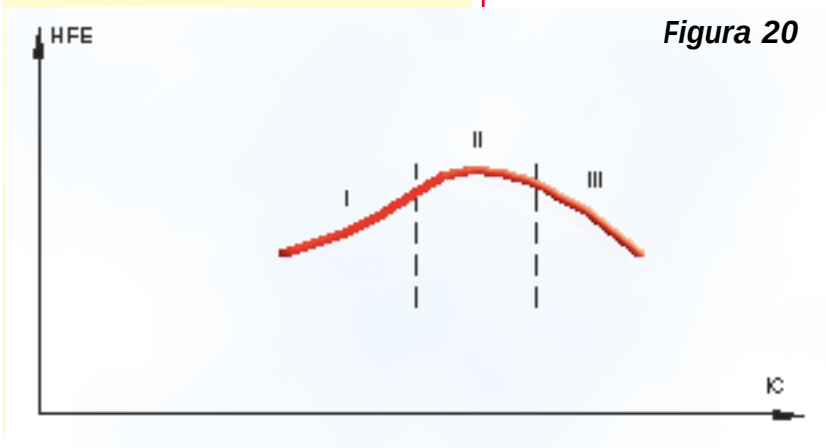


Figura 20

Variación de hFE con IC

El conocimiento de la dependencia del hFE con la temperatura nos permitirá saber cuáles son los márgenes de operación de un circuito a la hora de tener que realizar un diseño.
En la figura 20 se describe cómo varía el hFE con la temperatura. En dicha gráfica se observan tres regiones:

Región I: Baja corriente de colector. El hFE aumenta al incrementarse la corriente de colector IC.
Región II: El hFE es casi constante con variaciones de temperatura.
Región III: El hFE decrece rápidamente con aumento de la temperatura.

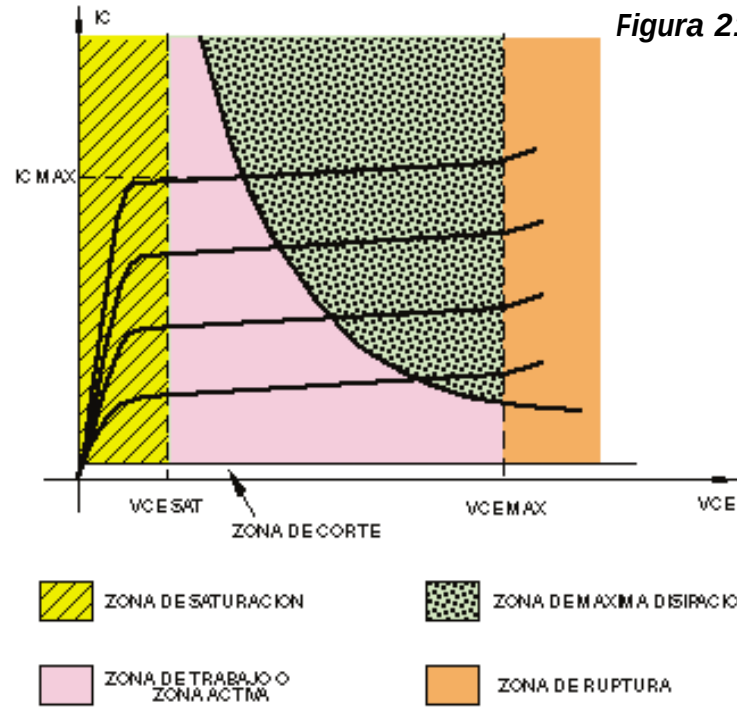


Figura 21

Curva Característica de Salida

En la figura 21 se muestra la característica tensión corriente de salida típica, correspondiente a la configuración emisor común. En la misma pueden estudiarse cinco zonas particulares:

• *Entre la ordenada y la recta vertical trazada por VCE-SAT se tiene la zona de saturación. El transistor conduce una corriente muy grande, prácticamente sin caída de tensión apreciable entre los terminales de colector y emisor.*

• *El límite inferior de corriente, que es por debajo del cual se considera que no circula corriente de colector, se llama zona de corte.*

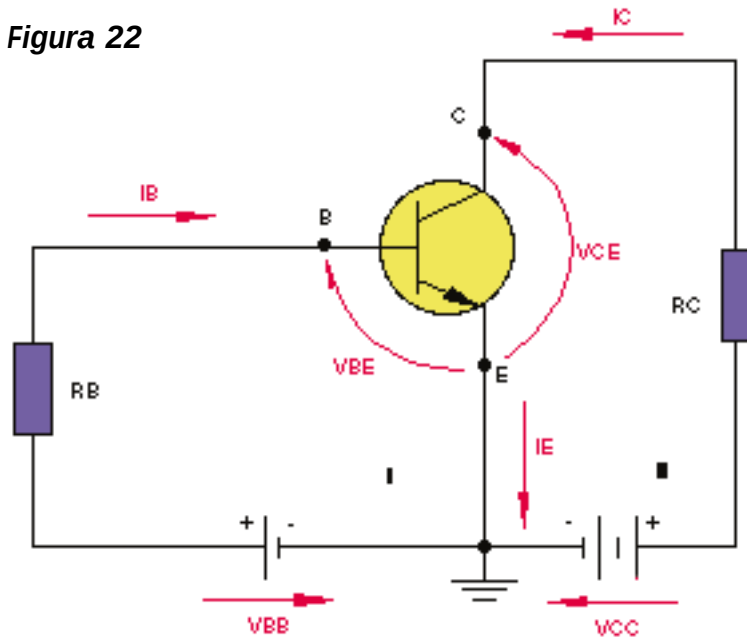
• *Para valores grandes de tensión VCE se produce una corriente excesiva por avalancha, que daña el dispositivo. Dicha región se denomina zona de ruptura.*

• *La zona que determina la máxima potencia que puede manejar el transistor se representa por una hipérbola. Por encima de ella se corre el peligro de destruir el transistor; por lo tanto queda definida una zona de máxima disipación.*
• *La zona activa determina los valores en que debe moverse el transistor cuando opera como amplificador de señal. En dicha zona, la IC depende casi exclusivamente de IB.*

Una juntura P-N polarizada en sentido inverso hace circular una pequeña corriente para una tensión por debajo de la de ruptura, que se comporta como una resistencia elevada.

Como conclusión, se observa que la zona útil o zona activa corresponde al funcionamiento lineal del dispositivo.
Se debe dar tensión al transistor (polarizarlo), para que opere en la zona activa, para ello existen varios sistemas:

Figura 22



Polarización

En la figura 22 se tiene un transistor NPN, en donde se representan los sentidos reales de las tensiones y corrientes cuando se lo polariza con dos baterías.

Una juntura polarizada en directa permite la circulación de una gran corriente para una cierta tensión aplicada, es decir que equivale a un elemento de baja resistencia.

Un transistor consiste en una oblea N, otra P y otra N, dispuestas de forma tal que forman dos junturas.

La función principal del transistor es la de incrementar la potencia de una señal.

La idea es que se emplee una sola batería para establecer las tensiones necesarias en las junturas.
En términos generales, y considerando que no tenemos inyección de señal, los valores de IC y VCE representan un sólo punto sobre las curvas que, a su vez, determinará el punto de reposo o punto de trabajo estático del transistor.
Para determinar el punto de trabajo hagamos las siguientes consideraciones:

1) La malla de entrada o malla I (red conectada entre la base y el emisor).
2) La característica tensión-corriente de la juntura base-emisor, la cual está impuesta por el transistor.
3) La condición que fija la malla de salida o malla II (red conectada entre el colector y el emisor).
4) Las características de tensión-corriente de la juntura colector-emisor.

Los valores que surgen de la tercera condición nos permitirán levantar la Recta Estática de Carga del Transistor por donde se moverá el punto de trabajo.

De la malla II:

$$Vcc = IC \cdot RC + VCE$$

Luego:

$$IC = \frac{VCC - VCE}{RC} \qquad (5)$$

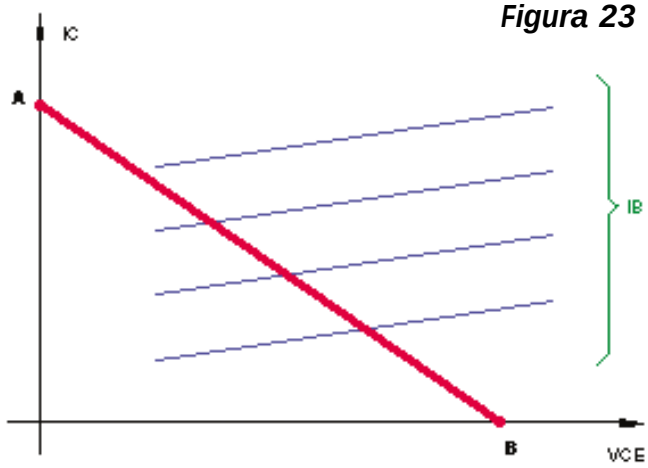


Figura 23

Esta ecuación, gráficamente representa una recta llamada recta de carga estática, tal como se observa en la figura 23.
Los puntos A y B, extremos de dicha recta pueden hallarse haciendo:

A) VCE = 0V y hallando el valor correspondiente de IC.

$$IC = \frac{VCC}{RC}$$

B) IC = 0 y hallando el correspondiente valor de VCE.

$$VCE = VCC$$

Para que un transistor funcione correctamente, la juntura base/colector se polariza en inversa y la juntura base/emisor se polariza en directa.

De la malla de entrada se deduce:

$$VBB = IB \cdot RB + VBE$$

Luego:

$$IB = \frac{VBB - VBE}{RB} \qquad (6)$$

Donde:
VBE = tensión de umbral correspondiente a la juntura base-emisor, aproxi-

madamente igual a 0,2 V para el germanio y 0,7 V para el silicio.
Obtenido el valor de la corriente de base IB, interceptamos la recta de carga estática como se muestra en la figura 24.
La solución gráfica determina finalmente un punto denominado Q, o bien punto de reposo o punto de trabajo, para las condiciones dadas.
Analicemos ahora el circuito de la figura 25, el cual emplea sólo una fuente de alimentación:
Recorriendo la malla II surge que:

$$VCE = V - IC \cdot (RC + RE) \qquad (7)$$

Recorremos la malla I, tenemos:

$$V - VBE = IE \cdot RE + IB \cdot RB \qquad (8)$$

Como:

$$IE \equiv IC, \qquad e \qquad IB = \frac{IC}{hFE}$$

Reemplazando:

$$V - VBE = IC \cdot RE + \frac{IC}{hFE} \cdot RE =$$

$$V - VBE = IC \cdot \left(RE + \frac{RB}{hFE} \right)$$

Operando matemáticamente:

$$IC = \frac{V - VBE}{RE + \frac{RB}{hFE}} \qquad (9)$$

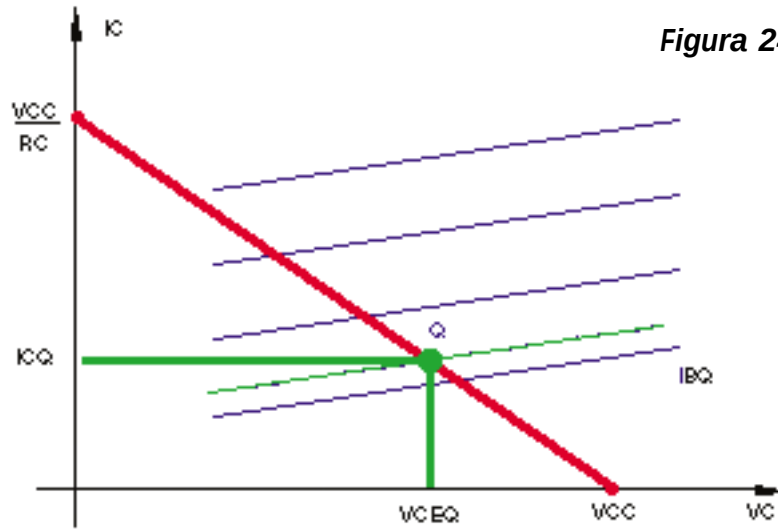


Figura 24

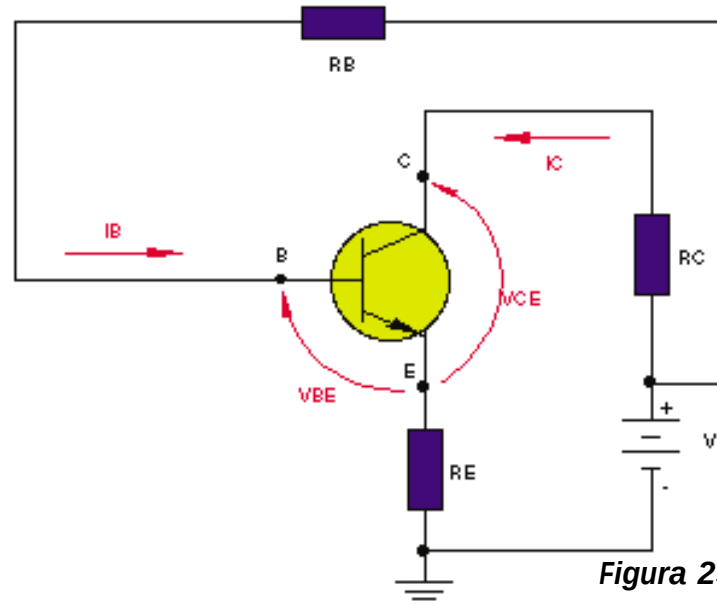


Figura 25

Analizando las tensiones del circuito planteado en la figura 26 se tiene que:

$$VBT = VBE + IE \cdot RE \approx VBE + IC \cdot RE$$

La tensión VBT debería permanecer “constante”; cosa que, ya sea por dispersión de los parámetros del transistor o por los elementos del circuito, no siempre se cumple. Por tal motivo, este circuito no es muy recomendado cuando se desea armar un amplificador de señal. Veamos entonces el circuito de la figura 27.
Este circuito se denomina de polarización por divisor resistivo. De la malla II o malla de salida; surge que:

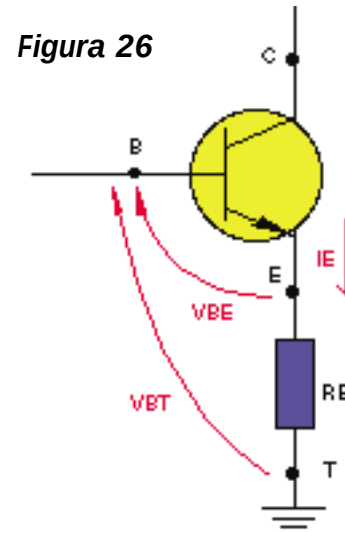


Figura 26

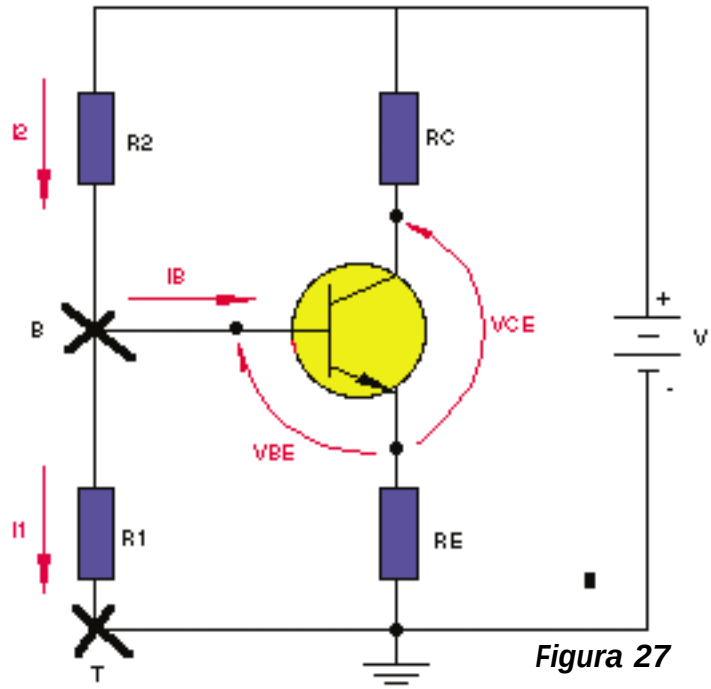


Figura 27

$$V - VCE = IC \cdot RC + IE \cdot RE$$

Como:

$$IE \approx IC$$

Entonces:

$$V - VCE = IC \cdot RC + IC \cdot RE$$

Despejando, tenemos:

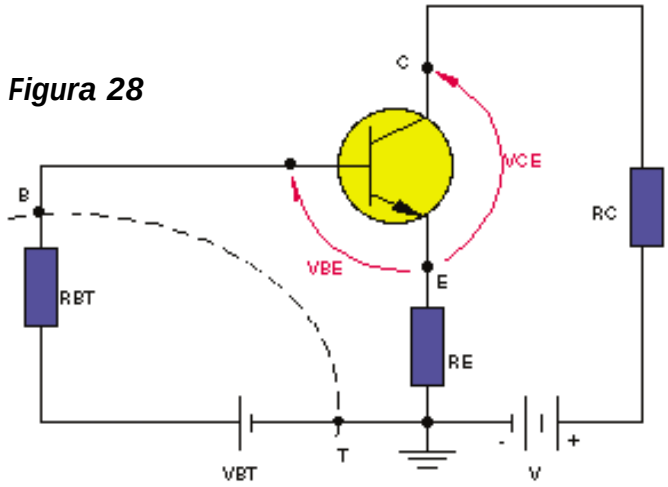
$$VCE = V - IC \cdot (RC + RE) \qquad (10)$$

Para analizar la malla de entrada aplicamos el teorema de Thevenin (que estudiaremos en futuras lecciones, razón por la cual, sólo daremos el resultado de la aplicación del mismo) entre base y tierra.
Como la corriente I2 será por lo menos diez veces mayor que la corriente IB, será I2 = I1; entonces, en una buena aproximación, la corriente IB = 0 (para este cálculo). Luego:

$$VBT = V \cdot \frac{R1}{R1 + R2} \quad y$$

$$RBT = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$$

Figura 28



El comportamiento eléctrico de este circuito es igual que el del sistema original, donde tanto VBT como RBT no son elementos reales. Luego:

$$IC = \frac{VBT - VBE}{RE}$$

Si logramos que VBT sea constante, el punto de reposo Q, dado por las expresiones anteriores, se mantendrá inalterable, con lo cual tendremos una configuración en la cual el punto de reposo no variará frente al cambio de otros parámetros, incluso cambiará muy poco a la hora de reemplazar el transistor (figura 28).

LOS REGULADORES DE TENSIÓN

Introducción

Los circuitos integrados de la serie 78XX son reguladores proyectados para tensiones de salidas fijas y positivas. Lo que muchos no saben, es que las aplicaciones de estos componentes no se limitan solamente a esta fina-

lidad y en este capítulo presentamos una serie de circuitos que usan estos CIs y mostramos varias ideas prácticas importantes.
Toda fuente de alimentación está formada por etapas y las principales son: transformación, rectificación, filtrado y regulación.
La etapa de regulación, posee diversas configuraciones, dependiendo de cada aplicación. Entre estas configuraciones tenemos las que hacen uso de los integrados reguladores de tensión, con salida fija en tensión negativa o positiva.
La familia 78XX consiste en CIs reguladores positivos, mientras que la serie 79XX trabaja con valores de tensiones negativas en su salida.
La tabla I muestra los valores de tensión mínima y máxima de entrada para los CIs de la serie 78XX. El valor de tensión regulada está dado por los dos últimos números.

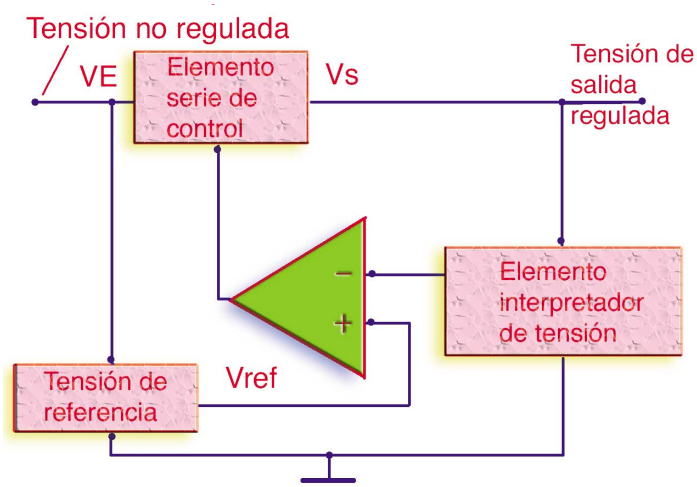


Figura 29

Recordamos que los elementos de esta familia poseen protección interna contra sobrecalentamiento y sobrecargas, además de no necesitar componentes adicionales para realizar el regulado. En la figura 29, se presenta el diagrama de bloques de un circuito integrado regulador de tensión que consiste en:

- Elemento de referencia: que proporciona una tensión de referencia estable conocida.
- Elemento de interpretación de tensión: que muestra el nivel de tensión de salida.
- Elemento comparador: que compara la referencia y el nivel de salida para generar una señal de error.
- Elemento de control: que puede utilizar esta señal de error para generar una transformación de la tensión de entrada y producir la salida deseada.

Agregando algunos componentes externos, podemos alterar esa configuración interna del CI, y así aumentar sus aplicaciones. Observe entonces:

Tabla I

CI	Tensión(V) de entrada	
Regulador	Mínima	Máxima
7805	7	25
7806	8	25
7808	10	25
7810	12	28
7812	14	30
7815	17	30
7818	20	33
7824	26	38

Regulador de Tensión Patrón

La aplicación más usada en circuitos utilizando CIs 78XX es la de la figura 30. La tensión de salida depende del circuito integrado utilizado y la corriente máxima para cualquier CI de esa serie es de 1A. El capacitor C1, filtra la tensión del rectificador, mientras que el capacitor C2, desacopla la alimentación.

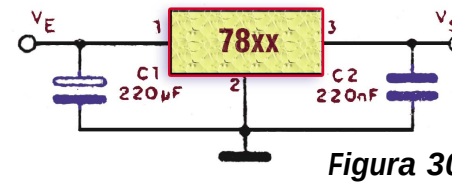


Figura 30

Regulador Fijo con Mayor Tensión de Salida

En caso de que el lector desee montar una fuente de 12V, pero en su banco de trabajo sólo existan CI 7805...

¿qué puede hacer?
Sencillo: basta colocar un elemento que provoque una caída de tensión, como muestra la figura 31.

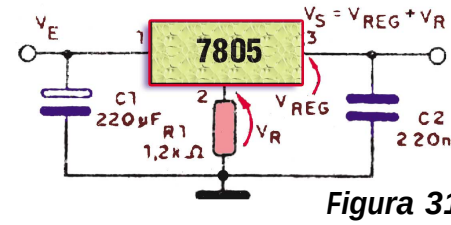


Figura 31

Los circuitos integrados de la serie 78XX son reguladores proyectados para tensiones de salidas fijas y positivas.

Lo que muchos no saben, es que las aplicaciones de los reguladores integrados no se limitan solamente a esta finalidad y en este capítulo presentamos una serie de circuitos que usan estos CIs y mostramos varias ideas prácticas importantes.

De esta forma, la tensión de salida será la suma de la tensión regulada por el CI (Vreg) más la caída del componente.
El valor del resistor está calculado por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Vs - Vreg}{5}$$

Donde:
Vs = tensión de salida deseada
Vreg = tensión de salida del regulador
R = resistor en kΩ

Para el ejemplo dado, el valor obtenido para R fue de 1,4kΩ. El valor comercial más cercano es el de 1,2kΩ.
En caso de que la corriente consumida sobrepase los 500mA es conveniente colocar el CI en un disipador de calor adecuado.

Aumentando la Tensión de Salida con Zener

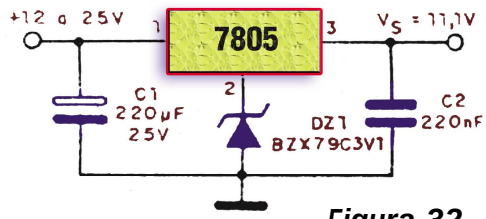


Figura 32

En caso de que el resistor sea sustituido por un diodo zener, la tensión de salida aumentará de acuerdo con la tensión del mismo (figura 32).
Este mismo razonamiento se aplica con diodos rectificadores comunes, según muestra la figura 33.
Por el hecho de que la tensión de entrada excede el límite soportado, el circuito no es a prueba de cortos.

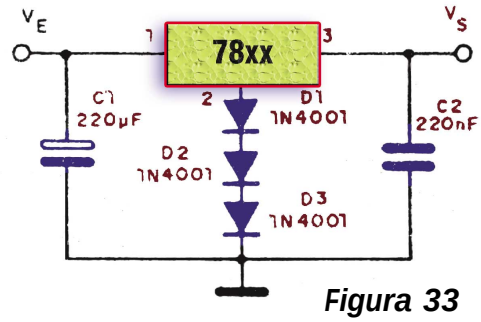


Figura 33

Tensión de Salida Ajustable con CI Regulador Fijo

En la figura 34, tenemos un circuito de comportamiento superior en lo que atañe a regulación. Observe que la configuración es la misma que la de la figura 31, con el agregado de un potenciómetro. De esta forma podemos variar la tensión de salida, desde la tensión de regulación del CI (Vreg) hasta el valor máximo, dado por la fórmula:

$$Vs = Vreg + \frac{Vreg \cdot P1}{R1 + P1} + Iq \cdot P1$$

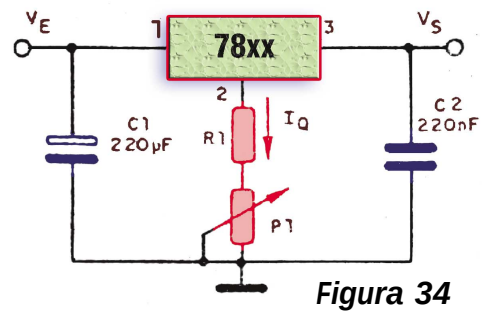


Figura 34

Donde: R1 < Vreg / 3.Iq

Vreg = tensión de salida del regulador
R1 y P1 = resistor y potenciómetro en ohm.
Iq = corriente en reposo.

El parámetro Iq es denominado corriente en reposo de operación, y generalmente, está en la banda de los 3mA a los 10mA.
La misma es la corriente que fluye de la entrada hacia el terminal común del CI y varía para cada regulador (normalmente se torna 5mA).

Fuente de Corriente Fija

Hay casos en que necesitamos una corriente constante, como un cargador de baterías, por ejemplo. Sabemos que el CI posee una tensión constante de salida (Vreg). Si agregamos un resistor tendremos una corriente siempre fija en la salida (figura 35). Para la fuente de corriente del ejemplo dado, la fórmula para calcular el valor de Is es:

$$Is = \frac{Vreg}{R} + Iq$$

Para el CI 7805, el manual indica una corriente de reposo de 4,2mA.

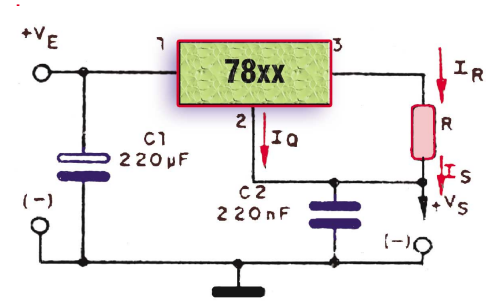


Figura 35

Fuente de Corriente Ajustable

En caso de que sea necesaria una corriente ajustable en la salida, utilice el circuito de la figura 36. La corriente de salida máxima y mínima se calcula por la fórmula:

$$Ismáx = \frac{Vreg}{(R+P)} + Iq$$

$$Ismín = \frac{Vreg}{R} + Iq$$

El control del ajuste de corriente se hace por el potenciómetro, cuyo valor se calcula en función de la banda de valores de corriente.

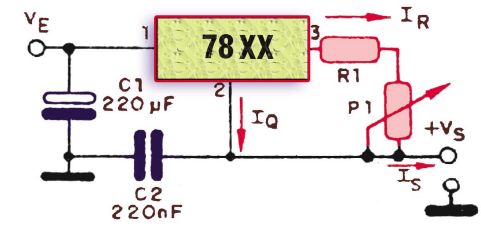


Figura 36

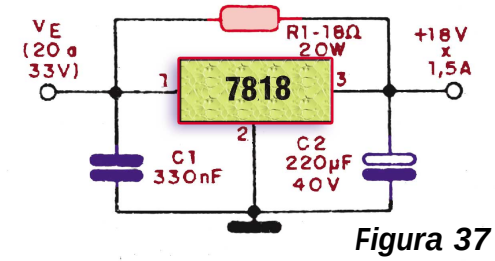


Figura 37

Cómo Aumentar la Corriente de Salida

La manera más simple de ampliar la capacidad de corriente de salida de un CI78XX es la de la figura 37. En el ejemplo utilizamos el CI7818, pero la idea sirve para todos. El resistor de potencia en paralelo como el CI, auxilia en la conducción de corriente. Recordamos que los capacitores C1 y C2 filtran y desacoplan la alimentación, respectivamente.

Reguladores 78XX en Paralelo

Otra sugerencia muy interesante aparece en la figura 38. Por el hecho de que los CIs están en paralelo, tenemos la corriente dividida y con esto una mayor provisión de corriente del sistema. Los diodos D1, D2 y D3 aíslan las entradas de los reguladores, mientras D4, D5 y D6 provocan la caída de tensión para compensar la de entrada.

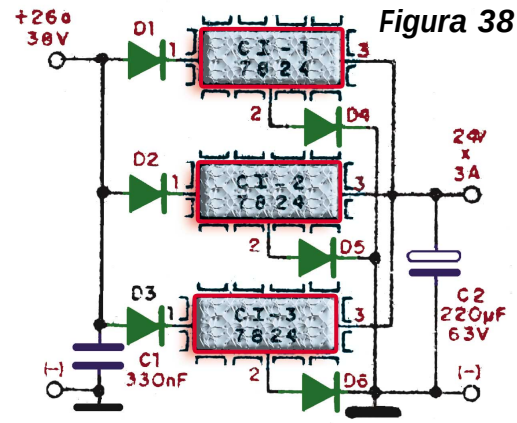


Figura 38

D1 A D6 = 1N4001

Aconsejamos el uso de, como máximo, cinco CIs en esta configuración para evitar inestabilidades en el circuito. La capacidad de corriente para este ejemplo es de 3A.

Regulador de Tensión Fijo de 7A

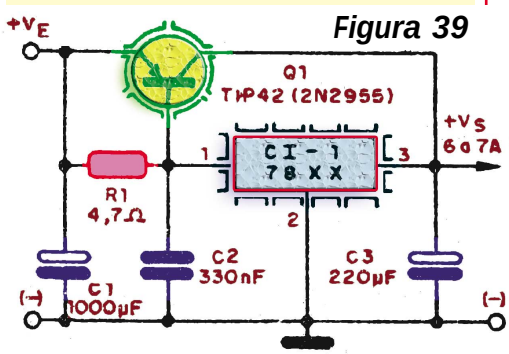


Figura 39

Con auxilio de un transistor de potencia, podemos aumentar todavía más la capacidad de corriente de salida de un CI de esta serie (figura 39).
Así, para la corriente de hasta 4A sugerimos el uso de un transistor TIP 42. Para corrientes superiores (hasta 7A), el transistor empleado debe ser el MJ2955 o el 2N2955. La tensión de salida está fijada por el CI, y los transistores deben ser colocados en disipadores de calor apropiados para el volumen de corriente deseado. Como aplicación recomendamos el uso en fuentes de alimentación para amplificadores de automóviles, en cuyo caso el CI debe ser el 7812.

Regulador de 7A con Protección contra Cortos

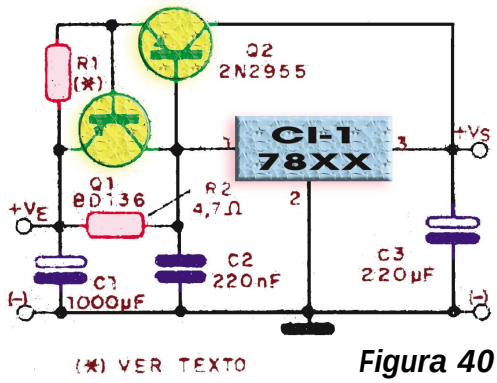


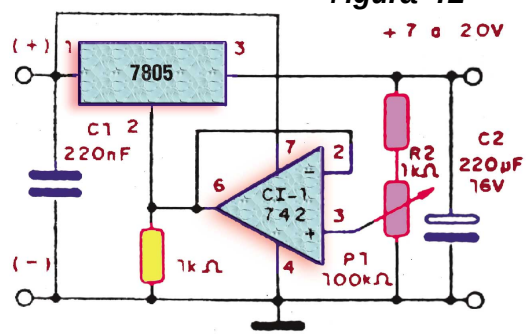
Figura 40

En los circuitos propuestos, en caso de que hubiera un cortocircuito en la salida, ciertamente el CI y el transistor (si se lo hubiera utilizado) se quemarían.
La figura 40 ilustra un circuito que impide que esto ocurra. En funcionamiento normal, Q2 proporciona la corriente de salida, juntamente con el CI.
El resistor R1 es el sensor de corriente de cortocircuito y es calculado por la fórmula:

$$R1 = \frac{0,7}{Icc}$$

Donde:
R1 = resistor en ohm
Icc = corriente de cortocircuito en amperes
0,7 = corresponde a la tensión base-emisor del transistor Q1 utilizado.
Para calcular el valor de R1, basta sustituir el valor máximo de corriente del circuito.

Figura 41



Regulador Ajustable Utilizando CIs 7805 y 741

Hay aplicaciones en que necesitamos una mejor regulación en la salida.
La figura 41 muestra un ejemplo de regulador con tensión de salida ajustable desde 7V hasta 20V.
Para este caso la tensión de salida es siempre regulada de un valor mayor que 2V de la tensión de regulación del CI hasta un valor máximo dado por la tensión de entrada del CI.

Por ejemplo, si en lugar del 7805, hubiéramos utilizado el 7815, tendríamos una variación entre 17V a 20V o más, dependiente del valor de la tensión de entrada.
Recordamos que el CI7824 no puede ser utilizado en esa configuración, porque el 741 podría quemarse, ya que estaríamos trabajando con más de 25V.

La familia 78XX consiste en CIs reguladores positivos, mientras que la serie 79XX trabaja con valores de tensiones negativas en su salida.

Fuente de Tensión Simétrica Utilizando CI 78XX

Observe que en la figura 42, usamos nuevamente el 741 que en este caso actúa como un divisor de tensión, juntamente con los resistores R1 y R2. A pesar de que los reguladores trabajan con tensiones positivas, creamos una referencia negativa con el amplificador operacional y así obtenemos tensiones positivas y negativas en relación a tierra.
La diferencia entre la tensión de salida positiva y negativa depende de la tensión de off-set del 741, con valores típicos entre 1mV y 5mV.
Los capacitores C1, C2, C3 y C4 filtran la corriente alterna que pudiera existir y C5 hace un acoplamiento entre la entrada inversora (pin 2) y la salida de CI-3 (pin 6).
Cualquier regulador puede ser usado, con excepción del 7824, debido a los límites de tensión del amplificador operacional. Finalizando, solamente para tener una idea, cada uno de estos circuitos integrados está compuesto internamente por 2 capacitores cerámicos, 3 diodos zéner, 26 resistores de polarización y nada menos que 24 transistores.

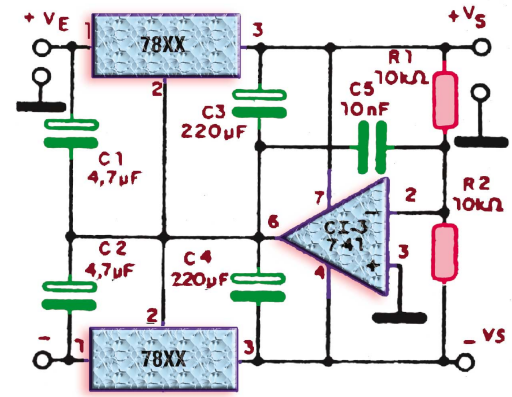


Figura 42

Los reguladores de tensión integrados están compuestos internamente por 2 capacitores cerámicos, 3 diodos zéner, 26 resistores de polarización y nada menos que 24 transistores.

CONTENIDO DEL CD Nº 4

La obra está dirigida a todo el público en general interesado en aprender electrónica básica y saber cómo se manejan los instrumentos (multímetro, osciloscopio, generador de funciones, inyector de señales, analizador dinámico, fuente de alimentación, etc.) pero sobre todo está orientado a estudiantes, aficionados y docentes, dado que cada tema se explica desde el comienzo, presumiendo que el lector no posee conocimientos previos de la especialidad. La Enciclopedia se complementa con CDs (éste es uno de ellos) y bibliografía adicional a la que puede acceder por Internet dirigiéndose a:

www.webelectronica.com.ar

Debe hacer click en el ícono PASSWORD y luego ingresar las claves que se dan en los CDs. El contenido del CD que acompaña a este tomo es el siguiente:

a) Un Archivo LEAME: Indispensable leer de comienzo a fin de explorar el CD con éxito

Con este tomo de la Enciclopedia de Electrónica Básica, se entrega un CD que posee la siguiente información:

a) Un Archivo LEAME: Indispensable leer de comienzo a fin de explorar el CD con éxito
b) Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER
c) Video Presentación
d) Enciclopedia Visual Parte 4
e) Curso de Electrónica con Prácticas Parte 4
f) Video: Manejo del Osciloscopio, parte 2
g) Historia de la Electricidad y la Electrónica
h) 30 Diagramas Completos de Equipos Electrónicos
j) Utilitarios para Reparación de PC
k) Curso de Técnicas Digitales

b) Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER
c) Video Presentación
d) Enciclopedia Visual Parte 4
e) Curso de Electrónica con Prácticas Parte 4
f) Video: Manejo del Osciloscopio, parte 2
g) Historia de la Electricidad y la Electrónica
h) 30 Diagramas Completos de Equipos Electrónicos
j) Utilitarios para Reparación de PC
k) Curso de Técnicas Digitales

Muchos archivos están comprimidos, siendo necesario el WINZIP. Si no lo posee puede ejecutarlo desde la opción PROGRAMAS del menú de este CD.

Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER

Estos programas son indispensables para explorar el CD, ver los archivos de texto que contiene y visualizar los videos. Si no están instalados en su PC hágalo cuando el CD se lo pregunte.

Video Presentación

En este video el Ing. Horacio Vallejo, realizador de la obra, lo guía paso a paso para que pueda explorar el CD de la forma más rápida y efectiva. Le sugerimos ver este video para obtener el mayor provecho posible.

Enciclopedia Visual Parte 4

Se dan los fascículos 13 a 16 de la ENCICLOPEDIA VISUAL DE LA ELECTRONICA, obra complementaria que enseña con mayor profundidad los conceptos vertidos en cada tomo escrito de la obra.

Curso de Electrónica con Prácticas, Módulo 4

Este Curso de Electrónica es el primer sistema de enseñanza a distancia con seguimiento personal a través de Internet. El curso se compone de 14 lecciones, 5 series de prácticas y 6 evaluaciones. Los exámenes son la parte del curso (quizá la más tediosa para muchos) en la que el alumno deberá responder y si lo desea, enviar a las direcciones que se mencionan en el CD para su corrección. Sin embargo, Ud. posee la respuesta a cada examen en Internet. En cualquier momento puede realizar consultas por medio de los formularios que hemos habilitado en Internet para tal fin.
Cabe aclarar que en este CD se encuentran las lecciones 9 y 10, la Práctica número 4 y el examen 5. En lo sucesivo se continuará con este curso.

Video "Manejo del Osciloscopio II"

Este es un video de unos 15 minutos de duración que muestra como se maneja el osciloscopio y de qué manera se miden componentes. Es continuación del video mostrado en el CD Nº 2 de esta obra.

Historia de la Electricidad y la Electrónica

Material indispensable para estudiantes y docentes de materias básicas de la carrera de electrónica. Muestra cuáles fueron los eventos que a lo largo de la historia marcaron épocas. Posee un resumen de las experiencias realizadas por las personalidades más importantes del sector.
Las leyes fundamentales y los experimentos que llevaron a la electrónica de hoy son parte de este compendio de electrónica básica.

30 Diagramas de Equipos Electrónicos

Diagramas eléctricos de equipos electrónicos en formato pdf que se pueden imprimir en tamaño gigante. El listado de planos incluídos en este CD es el siguiente:

Audio AIWA-CSD-ES227
Audio AIWA-LCX-350-352-358
Audio AIWA-LM-99
Audio PHILIPS SA-CH84M
Audio PANASONIC SA-CH84M
Camcorder SAMSUNG VPA12578
Camcorder SAMSUNG VPA17
Monitor BELINEA104065
Monitor SANYO CLT-75/CLT-85
Teléfono PANASONIC T7020
Teléfono KX-TC1025
Teléfono SANYO CLT-76
Teléfono SANYO CLT-75/CLT-85
Teléfono SONY SPP-111
TV AIWA-VX-G142
TV DAEWO CP-330
TV GOLDSTARr CF20A40
TV PANASONIC-TC-2150R
TV SAMSUNG CK5073Z,5073T
TV SHARP CV2121S1 CV2121G1
TV SONY-KV-PF21P40
TV TEC3781- 5592
Video AIWA E-DK911/MK2
Video LG R-500AW
Video SAMSUNG SV 410F
Video SAMSUNG SV 210F
Video SONY SLV-E830VC2
Video SONY SLV-830NP
Audio SAMSUNG MAX-345
Audio SONY CFS/B5LMK2

Utilitarios

Gran cantidad de utilitarios para probar y optimizar computadoras. Lea el archivo apropiado para saber cómo emplearlos.

Curso de Técnicas Digitales

Curso Completo de Circuitos Digitales, complemento del Curso de Técnicas Digitales dado en el CD 1, al que se accede digitando la clave **aiwa15** en la página de Contenidos Especiales de nuestra web: **www.webelectronica.com.ar**

Audio AIWA-CSD-ES227
Audio AIWA-LCX-350-352-358
Audio AIWA-LM-99
Audio PHILIPS SA-CH84M
Audio PANASONIC SA-CH84M
Camcorder SAMSUNG VPA12578
Camcorder SAMSUNG VPA17
Monitor BELINEA104065
Monitor SANYO CLT-75/CLT-85
TeléfonoPANASONIC T7020
Teléfono KX-TC1025
Teléfono SANYO CLT-76
Teléfono SANYO CLT-75/CLT-85
Teléfono SONY SPP-111
TV AIWA-VX-G142
TV DAEWO CP-330
TV GOLDSTARr CF20A40
TV PANASONIC-TC-2150R
TV SAMSUNG CK5073Z,5073T
TV SHARP CV2121S1 CV2121G1
TV SONY-KV-PF21P40
TV TEC3781- 5592
Video AIWA E-DK911/MK2
Video LG R-500AW
Video SAMSUNG SV 410F
Video SAMSUNG SV 210F
Video SONY SLV-E830VC2
Video SONY SLV-830NP
Audio SAMSUNG MAX-345
Audio SONY CFS/B5LMK2